生物技術

組織培養

甘藍小孢子培養與雙單倍體植株育成之研究 本研究在建立甘藍小孢子培養技術生產 DH 植株作為加速甘藍育種之用。取自 2.5–3.5 mm 花蕾之小孢子胚形成率優於或等於 3.5–4.5 mm 花蕾。14 個品種中以'金春'和'新威'甘藍的胚形成率最高，分別可得 15.9 及 10.9 個胚/皿 (表 3-1)。比較鹽基濃度及活性炭懸浮液組成對小孢子胚形成率之影響，結果 1/2 NLN 培養基較 NLN 為佳，活性炭懸浮液組成對胚形成率無顯著影響。比較 13%蔗糖或麥芽糖及先以 16%蔗糖處理 2 d 後降至 10%蔗糖培養效應，結果以 13%蔗糖處理之胚形成率最高。比較 32℃及 35℃高溫處理 1d 後分別以 22℃或 25℃靜置培養之影響，結果顯示高溫處理影響效果顯著，其中以 32℃處理 1d 後以 25℃靜置培養可得到最高胚數 (表 3-2)。'新威'甘藍子葉期胚在 16 g L^{-1} 洋菜之發芽培養基 (B5-16) 發芽率達 91.8%，而'金春'發芽率僅 27.8% (表 3-3)。測試含 10–16 L^{-1} 洋菜培養基無法提高'金春'發芽率(表 3-4)，然而在相同培養基於 4℃培養 1 wk 再移至室溫培養，其發芽率提高至 94%。以流式細胞儀分析'金春'和'新威'甘藍的 DH 植株比例，分別為 52.9%和 12.5%。

孤挺花組織培養種苗量化繁殖技術開發 利用「台農 1 號」孤挺花組培鱗莖進行試驗結果顯示，3%蔗糖對孤挺花「台農 1 號」組培苗生長較為有利，6–9%蔗糖處理則會有抑制組培苗生長的結果 (表 3-5)。培植體大小對鱗莖苗增殖效率無顯著影響，當培養達 12 wk 時每培植體平均形成 1.3–1.4 小鱗莖苗；然而就鱗莖直徑而言，當培養達 12 wk 時，9 mm 處理所得鱗莖直徑顯著大於 3

表 3-1 花蕾大小及不同甘藍品種對小孢子胚形成之影響

栽培種名	花蕾長 (mm)	小孢子數 (蕾)	總胚數	平均胚數 (皿)
金春	2.5-3.5	1.0 x105	143	15.89±7.67 ay
	3.5-4.5	1.5 x105	109	10.90±4.31 a
新威	2.5-3.5	1.3 x105	61	10.17±3.43 a
	3.5-4.5	1.4 x105	17	2.83±3.06 b
夏天	2.5-3.5	0.9 x105	53	5.30±3.20 a
	3.5-4.5	0.6 x105	2	0.33±0.52 b
大福	2.5-3.5	0.6 x105	29	4.83±1.60 a
	3.5-4.5	0.3 x105	6	0.86±0.90 b
初秋	2.5-3.5	1.3 x105	9	1.00±1.12 a
	3.5-4.5	1.6 x105	0	0.00±0.00 b
大華	2.5-3.5	1.0 x105	5	0.19±0.40 b
	3.5-4.5	1.1 x105	27	1.00±0.73 a
高峰	2.5-3.5	1.2 x105	16	0.70±0.56 a
	3.5-4.5	0.9 x105	2	0.13±0.34 b
夏安	2.5-3.5	1.1 x105	15	0.58±0.81 a
	3.5-4.5	0.7 x105	10	0.63±0.81 a
大樂	2.5-3.5	0.3 x105	0	0.00±0.00 a
	3.5-4.5	1.4 x105	10	0.63±0.96 a
大利	2.5-3.5	0.6 x105	5	0.31±0.60 a
	3.5-4.5	0.6 x105	8	0.53±0.52 a
台中二號	2.5-3.5	0.6 x105	0	0.00±0.00 a
	3.5-4.5	0.8 x105	9	0.50±0.86 a
台中一號	2.5-3.5	0.8 x105	1	0.05±0.22 a
	3.5-4.5	1.0 x105	6	0.35±1.46 a
大吉	2.5-3.5	1.7 x105	0	0.00±0.00 a
	3.5-4.5	1.3 x105	2	0.25±0.46 a
綠秋	2.5-3.5	0.8 x105	0	0.00±0.00 a
	3.5-4.5	0.9 x105	0	0.00±0.00 a

表 3-2 不同溫度組合處理對甘藍'新威'小孢子培養胚誘導之影響

首次溫度處理 (℃)	接續溫度處理 (℃)	總胚數	平均胚數 (皿)
32	22	35	8.75+1.71b
	25	56	14.00+5.48a
35	22	4	1.33+0.58c
	25	8	2.00+1.41c
首次溫度處理			**
接續溫度處理			NS
首次溫度 × 接續溫度			NS

表 3-3 甘藍子葉期胚在 B5A-16 培養基中發芽之情形

栽培種	總胚數	發芽胚數	發芽率
金春	99	26	27.77±22.23
新威	252	231	91.81±9.42

表 3-4 發芽培養基中之洋菜濃度對紫紅甘藍'金春'子葉期胚發芽之影響

洋菜 (g/L)	總胚數	成活胚數	發芽胚數	成活率 (%)	發芽率 (%)
10	40	21	7	52.50±9.57a [y]	17.50±12.58a [y]
12	40	11	8	27.50±12.58a	20.00±8.16a
14	37	20	7	41.08±41.46a	17.50±23.63a
16	30	3	1	10.00±17.32a	3.33±5.77a

mm 處理，但與 6 mm 處理間並無顯著差異 (表 3-6)。利用「千禧之星」組培鱗莖進行發根試驗結果顯示，添加活性碳 (2 g L^{-1}) 對小鱗莖苗的發根並無顯著促進的效果。利用混合介質 (泥炭苔：蛭石：珍珠石 =2：1：1) 進行組培苗出瓶馴化結果顯示，「千禧之星」與「紅獅」兩品種均達 100% 存活率，而且後續生長均可達到良好狀態 (圖 3-1)。

表 3-5 鱗莖大小對孤挺花「台農 1 號」組織培養苗生長之影響 [z]

Culture period	Diameter of bulb (mm)	Bulblets number	Diameter of bulblet (mm)	Leaves number	Leaf length (cm)	Leaves width (mm)	Roots number
4 wk	3	0.6 ± 0.2 b [y]	3.5 ± 0.6 b	1.3 ± 0.4 a	3.8 ± 1.3 a	3.4 ± 0.7 a	1.7 ± 0.4 a
	6	0.7 ± 0.3 ab	3.4 ± 0.7 b	1.2 ± 0.5 a	3.6 ± 1.8 a	3.6 ± 0.8 a	1.7 ± 0.4 a
	9	0.9 ± 0.3 a	4.2 ± 0.6 a	1.3 ± 0.5 a	4.2 ± 0.5 a	3.7 ± 0.7 a	1.7 ± 0.4 a
8 wk	3	1.1 ± 0.3 a	5.3 ± 0.8 b	2.2 ± 0.5 a	4.3 ± 0.9 a	3.6 ± 0.6 a	3.1 ± 0.7 a
	6	1.3 ± 0.2 a	5.3 ± 0.6 b	2.4 ± 0.4 a	4.0 ± 0.8 a	3.4 ± 0.6 a	2.8 ± 0.7 a
	9	1.2 ± 0.2 a	6.0 ± 0.4 a	2.3 ± 0.4 a	5.1 ± 1.3 a	3.6 ± 0.6 a	3.2 ± 0.7 a
12 wk	3	1.3 ± 0.4 a	5.6 ± 0.8 b	2.4 ± 0.7 b	5.8 ± 1.0 a	3.8 ± 0.4 a	6.0 ± 1.5 a
	6	1.4 ± 0.2 a	6.1 ± 0.7 ab	2.7 ± 0.5 ab	5.9 ± 1.4 a	3.5 ± 0.6 a	5.7 ± 1.2 a
	9	1.3 ± 0.3 a	6.9 ± 1.1 a	3.1 ± 0.7 a	6.2 ± 0.8 a	3.6 ± 0.9 a	5.9 ± 1.3 a

[z] Explants (one-quarter bulb) of various in vitro bulbs (3, 6, 9 mm ∅, respectively) were cultured on MS medium containing 0.2 mg L^{-1} TDZ and 0.2 mg L^{-1} NAA in combination with 3% sucrose for 4, 8, 12 wk of culture. Each treatment had 4 replications, and 16 explants were used in each replication.

[y] Means in the column followed by different letters are significantly different at the 5% level by LSD test.

表 3-6 蔗糖濃度對孤挺花「台農 1 號」組織培養苗生長之影響 [z]

Sucrose (%)	Diameter (mm)	Leaves number	Leaf length (cm)	Leaves width (mm)	Roots number
1.5	5.5 ± 0.2 a [y]	2.0 ± 0.1 a	6.1 ± 0.4 a	3.6 ± 0.1 a	3.3 ± 0.3 c
3.0	5.6 ± 0.1 a	2.0 ± 0.1 a	5.9 ± 0.4 a	4.2 ± 0.2 a	6.2 ± 0.4 a
4.5	5.4 ± 0.3 a	1.6 ± 0.1 b	2.6 ± 0.5 b	3.6 ± 0.3 a	4.4 ± 0.4 b
6.0	4.8 ± 0.1 a	1.6 ± 0.1 b	1.8 ± 0.3 bc	2.7 ± 0.2 bc	2.5 ± 0.2 cd
7.5	4.1 ± 0.2 a	0.9 ± 0.1 bc	1.2 ± 0.2 c	2.1 ± 0.2 c	2.6 ± 0.4 cd
9.0	4.3 ± 0.1 a	0.5 ± 0.1 d	1.3 ± 0.1 c	2.0 ± 0.2 c	2.2 ± 0.2 d

[z] Explants (2–4 mm ∅) were cultured on MS medium containing 1 mg L^{-1} BA and 0.2 mg L^{-1} NAA in combination with various concentrations of sucrose for 12 wk of culture. Each treatment had 5 replications, and 15 explants were used in each replication.

[y] Means in the column followed by different letters are significantly different at the 5% level by LSD test.

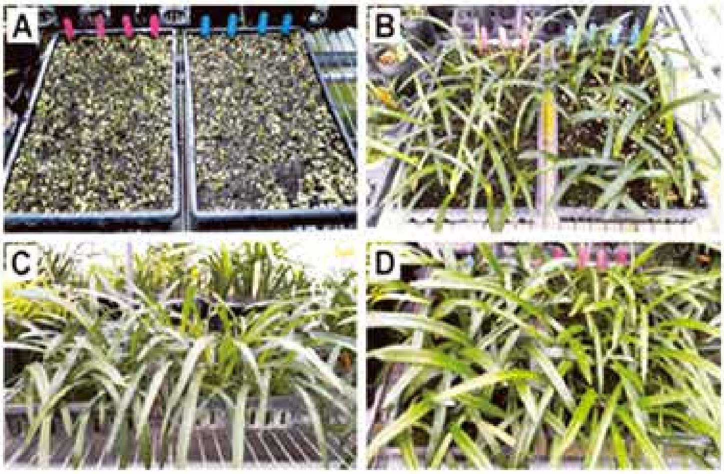

圖 3-1 孤挺花「紅獅」與「千禧之星」組培小鱗莖苗種植於混合介質 (泥炭苔：蛭石：珍珠石=2：1：1) 在溫室環境達 2 wk (A)、6 wk (B)及 18 wk (C、D) 之生長情形。

建構小花蕙蘭無病毒檢測平台及健康種苗供應體系　本年度完成 33 種親本之特定病毒檢測，無特定病毒反應者 25 種（表 3-7）。四季蘭、報歲蘭及春蘭分生繁殖種苗之流程依序為：無菌培植體建立、根莖生長增殖、芽體誘導、小苗生長、增殖及發根；將發根瓶苗移出栽培，約 3 年長成開花株（圖 3-2）。就分生繁殖而言，側芽消毒成功與芽體誘導率均低，繁殖倍率以四季蘭類較高，其次為春蘭類，報歲蘭類最低，本研究不僅縮短組培流程更促進種苗一致性；利用病毒檢測模式可建立優質種苗親本源；前期成果顯示捲揚防雨設施可降低植株罹病率。因此若有適當品種，整合上述技術純熟應用，生產優質種苗與蘭株商品，將提昇產業之國際競爭力。此外，比較果莢各部位病毒感染情形結果指出，採用帶毒母本所得果莢進行播種時，會有受到果莢病毒感染風險，因此播種時須注意操作方式。選用帶毒母本雜交後代苗之 RT-PCR 檢測結果顯示，對於將來作為母本繁殖之植株，即使外表未見病徵且以 ELISA 法未檢出病毒，仍應以 RT-PCR 法進行檢測以減少病毒漏檢風險（表 3-8）。

藍紫色蝴蝶蘭育種之研究　本研究藍紫色蝴蝶蘭之 CYT177 與 CYT197 雜交組合可成功獲得實生後代，CYT177 雜交組合可得 101 株實生後代，具蠟質花瓣，花瓣為白色，唇瓣藍紫色，花數為單

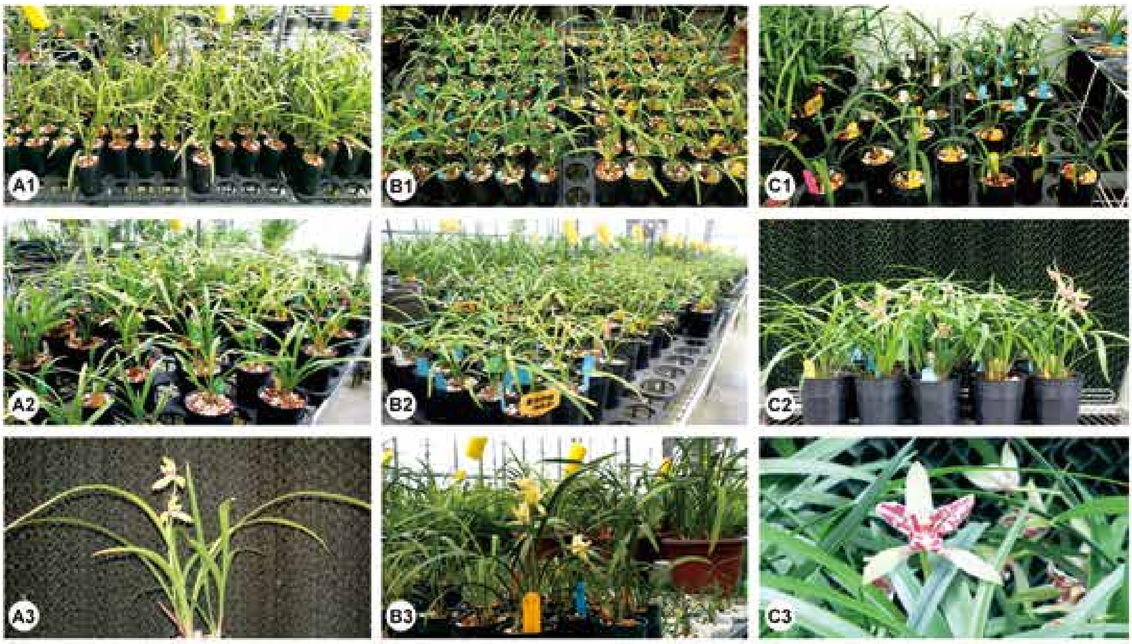

圖 3-2 **小花蕙蘭無特定病毒種苗於溫室之生長情形。(A) 玉華四季蘭、(B) 富山奇蝶四季蘭及 (C) 寶島仙女四季蘭分別於第 1 年 (1)、第 2 年 (2) 及第 3 年 (3) 之生長與開花情形。**

表 3-7 **以 ELISA 法檢測小花惠蘭品種感染 CymMV 與 ORSV 病毒之情形**

受測種類	品種數	CymMV			ORSV			無特定病毒	尚待確認	
		+*	±	–	+	±	–	–、–	±、–	±、±
四季蘭	8	2	1	0	0	0	0	5	1	0
素心蘭	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0
報歲蘭	6	0	1	0	0	0	0	5	1	0
春蘭	13	1	3	0	0	0	0	9	3	0
九華蘭	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0
蓮瓣蘭	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
小　計	33	3	5	0	0	0	0	25	5	0

* +：陽性，感染病毒；–：陰性，未感染病毒；±：偽陽性，需進一步確認。

梗 2 朵，具香氣；而 CYT197 雜交組合僅獲得 3 株實生苗，目前一株開花，單梗，花數為單梗 7 朵，花徑約 2 cm，花瓣白色，唇瓣藍紫色 (圖 3-3)。觀察顯示，此二雜交組合後代植株迷你且具幼年性短特性，出瓶種植 (1.7 寸透明軟盆) 於風扇水牆溫室約 4 個月即有開花能力，目前開花之少數植株皆於夏季開花，因使用之藍紫色蝴蝶蘭母本具涼溫抽梗特性，後續觀察未開花植株是否能於涼溫環境抽梗開花。藍紫色蝴蝶蘭 *Phalaenopsis pulcherrima* fma. *coerulea* 多倍體研究上由於誘得 3 倍體、6 倍體與 8 倍體植株較少，加上培養、取樣與栽培過程皆有部分死亡，目前得以正常生長並開花結莢僅 4 倍體之植株。比較原生種蝴蝶蘭 *Phalaenopsis pulcherrima* fma. *coerulea* 之 2 倍體與秋水仙素誘得之 4 倍體植株園藝性狀，結果顯示 4 倍體植株具有較大花徑與果莢 (圖 3-4)、梗徑與子房徑，且葉片較寬短、花梗長度較短以及花朵質地較厚實堅挺等特性 (表 3-9)。觀察生長情形顯示 4 倍體植株生長速率較對照組為慢，而 6 倍體與 8 倍體培植體不易分化長成正常苗株，出瓶種植後容易死亡。有關 4 倍體植株之雜交親和性則尚需進一步測試。

白雪文心蘭組培優化 本試驗利用花梗芽所誘導之 PLBs 為增殖試驗材料，分別接種於不含任何植物生長調節劑之不同種類與濃度之 MS 及花寶 1 號培養基，並配合 10%椰子水的添加，已建立最適文心蘭台農 4 號-白雪 PLBs 大量繁殖之培養基組成。在 MS 基礎鹽類方面，全量 MS 培養基添加 10%椰子水 (MSC) 較半量 MS (1/2MSC) 培養基為佳，其平均增加鮮重與鮮重增加倍數分別為 7.2g 與 6.2 倍 (表 3-10) (圖 3-5)，而全量 MS 培養基較花寶 1 號培養基可使 PLBs 較快分化發育長出葉片，最高可達 75%，因此以 MS 鹽類添加 10%椰子水為最佳 PLBs 增殖培養基。

圖 3-3 植株迷你與幼年期短之二個藍紫色蝴蝶蘭雜交組合 CYT177 (具香氣)、CYT197 實生苗株植株與花朵形態。

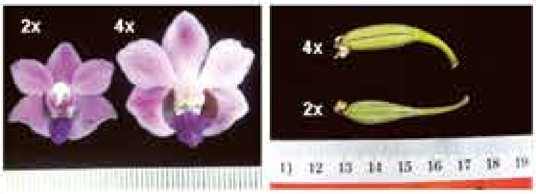

圖 3-4 藍紫色蝴蝶蘭 *Phalaenopsis pulcherrima* fma. *coerulea* 2 倍體與 4 倍體植株之花朵與果莢之形態。

表 3-8 小花蕙蘭帶病毒親本葉片與其雜交果莢之病毒檢測結果

取樣方法	RT-PCR	
樣品部位	ORSV	CymMV
葉片	+	+
果柄	+	+
果莢外皮	+	–
種子+胚柄	+	+
【橫剖逕取種子法】*		
種子	+	–
胚柄	+	–
種子+胚柄	+	+
【剝開敲下種子法】*		
種子	–	–
胚柄	–	–
種子+胚柄	–	–

*每處理採 50 個樣品混合後進行檢測。

表 3-9 比較 2 倍體藍紫色蝴蝶蘭 *Phalaenopsis pulcherrima* fma. *coerulea* 與誘導所得之 4 倍體植株之園藝性狀

倍體數	花橫徑 (cm)	梗長 (cm)	梗徑 (mm)	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	子房長 (cm)	子房寬 (mm)	果莢長 (cm)	果莢寬 (cm)
2 倍體	2.4 ± 0.0 b	46.5 ± 2.6 a	2.6 ± 0.0 b[y]	14.7 ± 0.7 a	2.3 ± 0.1 b	1.8 ± 0.2 b	1.6 ± 0.0 b	2.4 ± 0.1 b	0.7 ± 0.0 b
4 倍體	3.0 ± 0.0 a	38.4 ± 2.1 b	3.1 ± 0.1 a	12.2 ± 0.8 b	3.5 ± 0.1 a	2.0 ± 0.1 a	2.0 ± 0.0 a	3.2 ± 0.1 a	0.9 ± 0.0 a

分子遺傳

番椒果實性狀分子標誌之開發 本研究以 13 個彩椒自交系，建構 16 個雜交組合，包含不同果色(黃、紅)、不同果形(bell type、conical type)等外表型性狀。於夏作期間篩選出高溫逆境耐受性表現較佳的 4 個 F_1 組合，其中 80/04 與 KM/80 分別採收 240 粒以上 F_2 種子。12 個雜交組合亦進行園藝性狀等外表型調查，包括株高、株型、果實果實成熟期等 27 個植株特性，以及 21 個果實性狀 (包含果色、果形、果重、可溶性固形物等)。另以 323 對簡單序列重複(simple sequence repeat, SSR) 標誌，篩選 7 個新雜交組合(44/20、80/31、31/102、20/102、20/96、96/04)，分別取得具有多型性的 SSR 標誌: 58 對、49 對、40 對、34 對、57 對、69 對。另針對分子標誌輔助選種目標，獲得 4 個基因標誌分別為: (1) 辣味缺失 InDel 標誌 (*pun1*[1]_746 bp) ; (2) 紅果的 SCAR 標誌 (*CCS*_1500bp，*CCS*_240bp；缺失 *CCS*_1500bp) 或 *CCS*_240bp 則表現為黃果; (3)果實不退綠之 SNP-CAPS 標誌 (*CaSGR*+*Fok*I_190 bp) ; (4)暗紅色果色標誌 (*CH2* dCAPS_254bp)。以上分子標誌將可提供未來番椒育種或種原評估之利用。

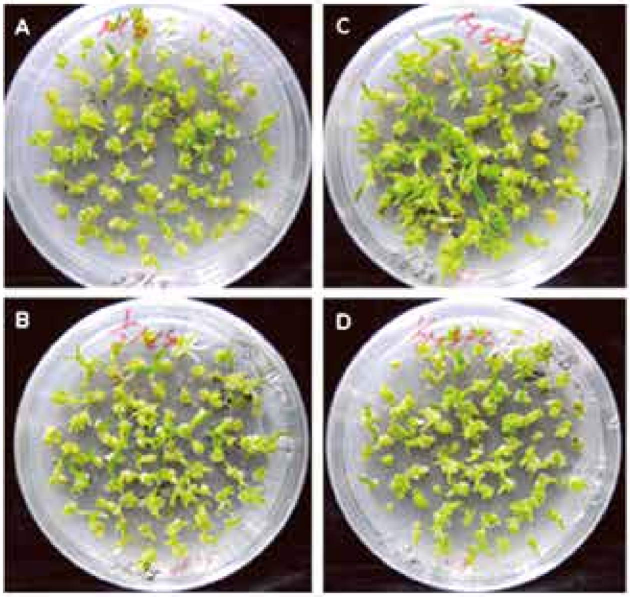

圖 3-5 **文心蘭台農 4 號-白雪 (1g 鮮重) 擬原球體分別接種於不含椰子水之 (A) 全量 MS 與 (B) 半量 MS (1/2MS)、含 10% 椰子水 (C) MSC 與 (D) 1/2MSC 四種培養基中之增殖與生長之情形。**

表 3-10 **文心蘭台農 4 號-白雪 (1g 鮮重) PLBs 分別接種於不含椰子水花寶 1 號 1g/L、2 g/L、3 g/L (HP1、HP2、HP3) 與含椰子水(10%) (HP1C、HP2C、HP3C) 六種培養基中於增殖與生長之影響**

培養基	PLBs (增加鮮重 g)	PLBs (%)	PLBs+葉 (%)	鮮重增加倍數
HP1	4.8±0.1e	43.3±3.3 bc	56.7±3.3 bc	3.8 c
HP1C	5.8±0.4bcd	37.5±8.5 cd	62.5±8.5 abc	4.8 b
HP2	5.1±0.2cde	37.5±2.5 bcd	62.5±2.5 abc	4.1 bc
HP2C	7.1±0.2 a	65.0±2.9 a	35.0±2.9 d	6.1 a
HP3	4.4±0.2 e	40.0±4.1 bcd	60.0±4.1 abc	3.4 c
HP3C	6.6±0.1 ab	50.0±0.0 b	50.0±0.0 c	5.6 a
1/2 MS	5.8±0.4 cde	40.0±5.8 bcd	60.0±5.8 abc	4.8 b
1/2 MSC	5.9±0.3 bc	47.5±7.5 b	52.5±7.5 c	4.9 b
MS	5.0±0.2 de	30.0±4.1 d	70.0±4.1 ab	4.0 b
MSC	7.2±0.6 a	25.0±2.9 d	75.0±2.9 a	6.2 a

特殊米質突變體之選育及分子標誌開發　本研究自台農 71 號 (TNG71) 誘變庫，篩選出一低直鏈性澱粉突變體，命名為 TNG71-LAC。其株型與 TNG71 非常相近，白米外觀較 TNG71 白而不透明。直鏈性澱粉含量約 13%，比 TNG71 低許多 (17−19%)。同時，此突變體仍保有優良香味性狀 (圖 3-6)。分析該品系於熱飯及保存過夜冷飯理化特性，其硬度、咀嚼度呈下降趨勢，但黏聚性則是上升趨勢，顯示 TNG71-LAC 是比較軟、黏，同時冷飯比較不容易變硬。因此，頗適合冷飯、壽司飯或飯糰等冷藏即食產品的開發。本研究亦透過選殖、序列分析及 F_2 連鎖分析，發現水稻基因組第 6 號染色體的 *OsGBSSI* 基因可能參與低直鏈性澱粉含量性狀，並完成功能性分子標誌的開發及驗證。此外，針對該突變體其它澱粉生合成路徑基因，分析不同穀粒生長時期的基因表現，結果發現除了原先發現 TNG71-LAC *OsGBSSI* 表現量比較低外，尚有 *OsBEII* 及 *OsPHOL* 兩基因的表現量亦較低 (圖 3-7)。此外，*OsAGPS2* 則呈現相反的情形，在 TNG71-LAC 有比較高的表現。這些差異性表現的基因，可能是造成 TNG71-LAC 理化性質呈現較軟、黏，且冷飯較易變硬的可能主要因素。未來擬

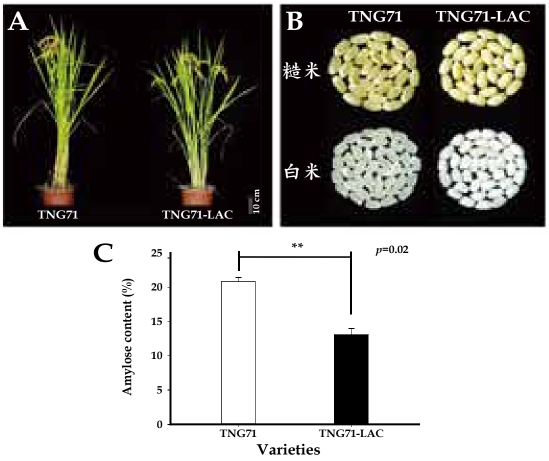

圖 3-6 TNG71 及 TNG71-LAC 品系外觀 (A) 植株外觀;(B) 穀粒外觀;(C) 直鏈性澱粉含量高生產力水稻突變體之篩選、品種育成及分子。

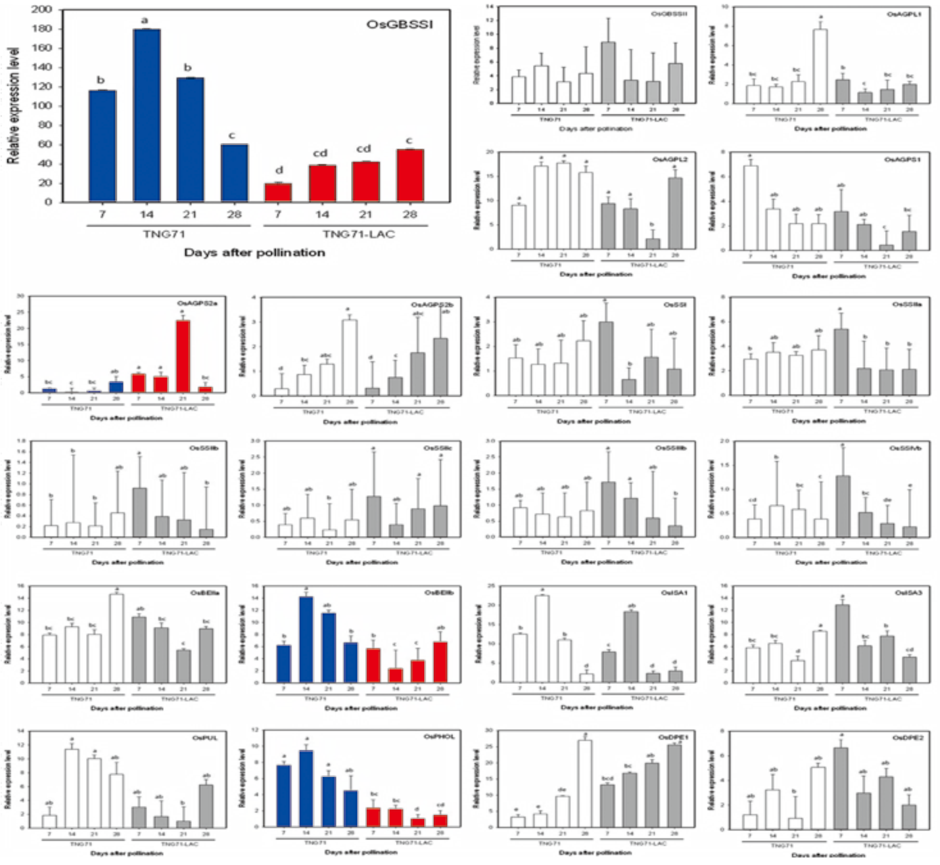

圖 3-7 TNG71 及 TNG71-LAC 澱粉生合成路徑相關基因表現情形。

生物技術

進一步探索 TNG71-LAC 相關基因的突變型態及位置，設計相關功能性分子標誌。此外，本研究已完成 TNG71-LAC 品系品種權試驗調查，其結果可作為申請相關品種權或是技術轉移之依據。

高生產力水稻突變體之篩選、品種育成及分子標誌之開發 本研究自 TNG67 誘變庫中選育高生產潛力之突變體。經 3 年篩選、產量評估的結果，於本年度進行第二年高級產量試驗與 DUS 檢定，並完成下列成果：(1) 第一期作 15 個高生產力水稻突變品系之高級產量試驗；(2) 並依據高級產量試驗結果，挑選 4 個高生產力水稻品系，進行 DUS 檢定調查。第一期作高級產量試驗結果顯示，選育 7 個品系產量超過誘變親 (TNG67)，分別高出 4.5%、0.2%、3.2%、4.1%、3.3%、1.2%及 4.6% (表 3-11)。進一步分析多年多期作高級產量試驗結果 (表 3-12)，發現 2 個品系產量皆高於 TNG67，其中以 H11 品系在 3 期作，皆表現穩定高產。進而檢視其它產量組成性狀，顯示 H11 品系稔實率在 3 期作表現皆高於 TNG67。由這些結果推測，H11 品系高產的可能原因，除稔實率高外，其它產量組

表 3-11 參試品系（種）在 106 年第一期作高級產量試驗產量要素及其產量表現

期作別 Crop Season	品種 (品系) Varieties (Lines)	株高 Plant height (cm)	抽穗期 Heading days (day)	單株產量 Grains yield per hill (g)	穗數 (支) Panicle number	穗長 Panicle length (cm)	穗重 Panicle weight (g)	一穗粒數 No. of grain per panicle	稔實率 Ripening grain (%)	千粒重 1,000 grain weight (g)	產量 yield (kg/ha)
2017(I)	TNG67	93.7±2.5	82.0±0.0	32.2±7.5	17.6±3.3	17.3±0.6	2.0±0.4	83.0±16.7	84.4±3.3	26.5±0.6	7771.4
	TN11	97.9±5.5	84.0±0.5	33.5±4.8	16.4±3.4	18.2±1.4	2.2±0.3	87.4±10.5	88.9±4.3	26.8±0.5	7371.7
	H11	94.7±16.7	84.0±0.8	31.1±4.7	15.5±2.8	17.7±0.8	2.2±0.2	91.7±6.4	87.0±4.8	25.4±1.0	8123.2
	H177	103.5±5.8	85.0±2.0	32.8±7.0	15.6±4.6	19.1±1.6	2.4±0.4	99.0±19.6	84.4±4.3	26.2±2.0	7787.5
	H34	92.0±12.0	81.5±1.9	27.8±11.1	19.8±5.4	13.9±2.0	1.5±0.6	74.5±26.2	86.4±6.1	21.9±1.7	6544.0
	H25	105.1±3.0	85.5±2.6	33.3±4.8	18.3±2.0	17.8±0.9	2.0±0.2	86.7±11.3	84.3±2.7	25.1±2.3	8018.9
	H17	94.6±2.0	85.3±2.6	34.0±5.6	17.1±2.8	16.5±0.8	2.2±0.3	89.9±11.4	90.9±2.2	24.5±0.6	7379.2
	H22	85.3±4.5	82.3±0.5	29.2±6.7	17.5±4.0	14.3±0.6	1.8±0.1	74.2±6.6	89.3±1.6	25.3±0.5	5698.6
	H111	105.1±3.3	85.0±0.8	31.4±7.2	16.8±3.7	18.4±1.0	2.0±0.3	88.7±11.3	88.8±3.3	23.8±0.7	8091.7
	H130	113.8±3.0	91.0±2.0	32.9±4.1	16.3±2.9	22.8±1.0	2.2±0.3	80.8±11.6	90.4±5.3	28.2±0.5	8025.7
	H166	102.6±2.4	84.8±2.2	31.3±5.8	15.3±4.1	18.8±0.9	2.3±0.3	94.4±9.2	85.6±4.0	25.8±0.6	7583.3
	H167	98.8±2.9	84.5±0.6	33.6±4.2	16.9±2.3	25.2±22.6	2.2±0.2	95.3±12.7	84.7±2.6	24.9±1.7	7868.1
	H168	100.4±6.3	84.5±1.0	31.7±5.1	14.8±2.5	18.9±1.0	2.3±0.3	93.8±9.8	86.6±3.5	26.6±0.8	7261.9
	H172	102.2±3.2	83.8±0.5	30.1±5.4	16.0±3.1	17.7±0.8	2.1±0.3	87.3±9.6	80.9±3.2	26.9±0.9	6502.2
	H185	101.3±3.8	84.5±0.6	25.7±7.1	13.5±2.8	17.8±0.9	2.2±0.6	89.7±14.2	79.9±9.9	27.1±5.0	7622.9
	H226	103.8±1.1	84.0±1.4	29.7±6.3	13.3±3.1	19.4±1.2	2.5±0.3	109.8±13.5	81.6±3.0	25.3±0.7	7600.0
	H232	97.9±1.8	84.3±0.5	33.4±5.0	16.1±2.1	17.6±0.9	2.3±0.3	93.7±11.1	87.3±5.4	25.6±0.3	8126.0

表 3-12 參試品系（種）在 2 年 3 期作高級產量試驗產量要素及其產量表現

期作別 Crop Season	品系 Varieties (Lines)	株高 Plant height (cm)	抽穗期 Heading days (day)	單株產量 Grains yield per hill (g)	穗數 Panicle number	穗長 Panicle length (cm)	穗重 Panicle weight (g)	一穗粒數 No. of grain per panicle	稔實率 Ripening grain (%)	千粒重 1,000 grain weight (g)	產量 yield (kg/ha)
2016(I)	TNG67	101.2±3.1	79.0±0.8	32.4±5.4	18.7±2.4	17.7±0.7	1.9±0.2	84.9±8.0	84.5±6.1	24.2±0.3	7223.9
	TN11	98.3±3.1	81.4±1.2	32.1±4.1	16.8±3.2	17.8±1.3	2.1±0.3	81.2±11.0	92.8±2.3	25.8±0.8	6614.9
	H11	105.1±1.9	82.8±1.3	35.7±7.0	18.8±4.0	17.5±1.0	2.0±0.2	90.0±9.7	88.4±3.4	24.0±0.7	8039.9
	H177	106.6±3.3	83.5±1.0	37.1±7.6	19.3±4.3	18.0±0.9	2.1±0.2	89.4±9.7	88.6±4.1	24.4±0.8	7673.8
2016(II)	TNG67	99.7±0.5	67.0±0.8	21.5±4.1	13.5±2.7	19.8±0.9	1.9±0.2	98.6±8.3	67.5±4.4	24.2±0.5	4292.8
	TN11	97.4±2.5	68.6±1.3	24.5±6.7	12.7±2.2	18.6±1.0	2.1±0.4	98.1±16.8	80.4±5.4	24.4±0.9	4647.7
	H11	101.0±3.2	67.3±1.0	23.1±5.4	14.9±3.4	17.7±0.8	1.8±0.4	98.5±17.4	68.5±7.9	23.4±0.9	4773.8
	H177	97.8±3.8	68.3±0.5	22.1±4.3	13.9±2.8	18.0±0.9	1.8±0.3	99.8±20.2	71.7±11.3	23.0±2.8	4727.5
2017(I)	TNG67	93.7±2.5	82.0±0.0	32.2±7.5	17.6±3.3	17.3±0.6	2.0±0.4	83.0±16.7	84.4±3.3	26.5±0.6	7771.4
	TN11	97.9±5.5	84.0±0.5	33.5±4.8	16.4±3.4	18.2±1.4	2.2±0.3	87.4±10.5	88.9±4.3	26.8±0.5	7371.7
	H11	94.7±16.7	84.0±0.8	31.1±4.7	15.5±2.8	17.7±0.8	2.2±0.2	91.7±6.4	87.0±4.8	25.4±1.0	8123.2
	H177	103.5±5.8	85.0±2.0	32.8±7.0	15.6±4.6	19.1±1.6	2.4±0.4	99.0±19.6	84.4±4.3	26.2±2.0	7787.5

Mean ± standard error(n = 4)

成要素於不同環境下，仍持一定水準而表現穩定高產。DVS 檢定調查 3 個高產突變品系 H11、H177 及 H25 平均產量分別高於 TN11 為 7.0%、7.5%及 5.3%，而 H34 則低於 TN11。但其它農藝性狀與誘變親 TNG67 無顯著差異，僅 H34 在穗軸長度部分較短。本研究選育出可在合理化施肥情境下高產品系有 H11 與 H177，並冀能增加農民收益外，亦能取代現行高氮施肥管理模式，以達永續環境發展。

水稻白葉枯病抗性基因之功能性研究　台中秈 10 號 (TCS10) 為台灣最大的秈稻栽培品種，但不抗白葉枯病，本研究因此擬將 SA0423 的白葉枯病抗性 QTL (qBBR11.1)，利用分子標誌輔助回交育種 (MABC) 策略導入 TCS10，降低秈稻產業受白葉枯病危害的風險。本研究現已根據前期所開發之抗性分子標誌 (ID111117、ID111142、ID111138、ID111141、 Xa3/Xa26 FM2)，針對 BC_2F_1 回交族群進行前景選拔，結果發現 60 個 BC_2F_1 品系中，有 31 品系帶有 qBBR11.1 (表 3-13)。進而接種白葉枯病菌 XF-89b 後，發現這些選育品系的平均病斑長度約為 6.8±0.7 cm，明顯較 TCS10 的病斑長度短 (13.9±2.6 cm；圖 3-8A)。進一步挑選株型類似 TCS10 的選育品系，進而再與 TCS10 回交，建立 BC_3F_1 世代。再利用前述 5 組分子標誌，對 BC_3F_1 品系進行前景選拔，結果發現 59 個 BC_3F_1 品系中，有 30 品系帶有目標 qBBR11.1 (表 3-13)。進而進行白葉枯病抗性檢定，結果發現這些選育品系的平均病斑長度約為 12.3±1.7 cm，明顯較 TCS10 的平均病斑長度短 (21.7±0.5 cm；圖 3-8B)。這些結果顯示，qBBR11.1 的導入，確實可提升 TCS10 對白葉枯病的抗性。本研究將持續依循 MABC 流程，將 SA0423 qBBR11.1 導入 TCS10，冀能最終育成白葉枯病抗性的 TCS10 品種。

生物安全

作物溫度逆境模擬試驗平台營運規劃之研究
2016 年初台灣地區持續 10 度以下的低溫，對於農業造成非常嚴重的損害。災害的發生難以預測且常屬於複合性，作物防災技術研發及災損評估需要一可模擬多重氣象環境之試驗場域，才能提供精準及可重複之試驗數據，並驗證防災技術成效，故為因應氣候變遷，建置作物溫度逆境模擬試驗平台刻不容緩。本研究目的為了解作物溫度逆境模擬試驗平台之可行性與需求，提供平台未來的營運管理規劃。本研究採用深度訪談、問卷調查各政府機關、學校單位、產業界中相關領域的研究人員及潛在使用者以及辦理營運工作坊，欲了解：(1)對於作物溫度逆境試驗平台的需求為何；(2)運作上的可行性與難處；(3)未來可能的發展方向。研究調查發現使用者對於平台設置地點，能否就近觀察試驗材料最為重視。在專家訪談中，認為透過強化監控設備與共同合作、委託試驗等方式，可以減少距離帶來的不便。而在溫度需求面向，問卷統計及工作坊討論結果，都指向高溫溫層的需求，認為高溫逆境研究為日後主要方向。租賃期程則發現已有溫室者偏好三至六個月的租期，而未有溫室者則偏好長期租賃關係。由上述結果，作物溫度逆境模擬試驗平台在往後的實際營運與發展，可參考並調整未來研究議題與平台發展方向。

表 3-13　**檢測與抗性基因連鎖之 InDel 標誌於 TCS10/SA0423 回交族群**

Cross	Number of total plants	Marker	Number of genotype (H) plants
BC2F1	60	ID111117 ID111142 ID111138 ID111141 Xa3/Xa26 FM2	31
BC3F1	59	ID111117 ID111142 ID111138 ID111141 Xa3/Xa26 FM2	30

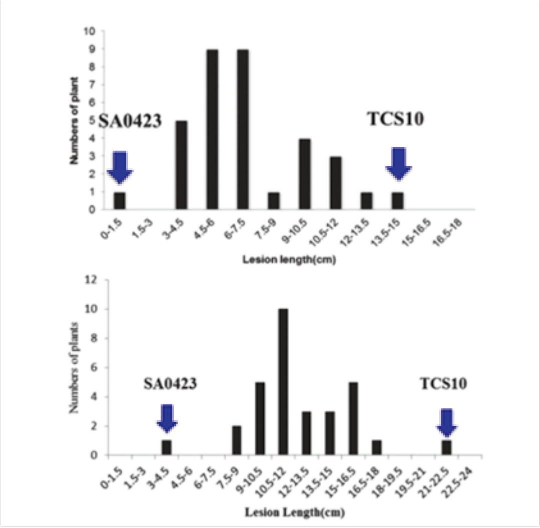

圖 3-8 TCS10/SA0423 **回交族群的白葉枯病抗性檢定結果頻佈圖。**(A) TCS10XSA0423 BC2 F_1 **回交族群；**(B) TCS10XSA0423 BC3 F_1 **回交族群。**

基因轉殖 PFLP 香蕉於促進抗香蕉黃葉病之研究 香蕉黃葉病已被認定為世界性的香蕉病害，目前仍無化學或殺菌劑可以有效防治。為減少黃葉病所造成香蕉產量損失，利用育種方式找出抗病品種或是藉發展抗病之基因轉殖香蕉為最有效的防治手段之一。本研究旨在分析轉殖基因香蕉抗病力的研究，及發展一種葉片分級評估系統來分析 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) 對香蕉造成的罹病度，做為香蕉抗黃葉病之效果評估，試驗對象包括各個具有表現 ferredoxin-like protein (PFLP) 基因之各香蕉轉殖株。並利用 PFLP 基因之轉殖系與非 PFLP 基因轉殖之香蕉作為判斷是否具有抗香蕉黃葉病之效果，試驗過程同時加入等量之 Foc 孢子懸浮液與相同試驗條件感染香蕉，以評估各處理香蕉罹病情形，並藉由 PCR 技術檢測外源基因之存在與否。葉部黃葉率試驗評估法經過不同時期至約 54 天左右，進行香蕉苗之抗黃葉病效果評估，並挑選出具抗病之香蕉植株。結果顯示 MCPER-3-4 轉殖株為 7 種供試轉殖株中相對最抗黃葉病的植株 (圖 3-9)。由本研究結果顯示，PFLP 基因的存在似能提高香蕉抗黃葉病罹病率，未來將進行田間抗病的長期觀察做進一步驗證。

作物機能

油茶籽儲藏條件對壓榨油品質之影響 臺灣原生的小果油茶(短柱山茶)，主要分布於臺灣北部山區的闊葉林中，相較於大果種油茶樹，其油茶籽產量較低，又因一般民眾普遍認為小果苦茶油的功效優於大果苦茶油，所以售價高出許多。本研究針對小果油茶，分析其茶籽的貯藏條件對於壓榨油之品質影響，油茶籽區分為 6.5%、12%兩種含水率，貯放於不同溫度 (-20℃、4℃、15℃) 經半年後榨油裝瓶密封，放在 4℃儲藏半年後開封分析，之後再仿效家庭用油習慣，偶爾使用，再經過半年(即為榨油後 1 年)，檢測分析其油脂的品質差異。分析結果列於圖 3-10 (酸價)、圖 3-11 (過氧化價)，顯示油茶籽的貯放條件確實會影響榨出油的品質，以及其開封後居家使用期間的品質變化。試驗結果建議，油茶籽必須乾燥至低含水率 (例如 6.5%)，並且保存於≤4℃的溫度環境，可以預期其壓榨油達到國家一級苦茶油的標準；如果油茶籽保存於 -20℃環境，則可預期其壓榨油開封後的居家使用期間，在適當取用與儲藏習慣下 (確實密封後放置於 4℃冰箱中)，能夠持續維持至少半年以上的高品質油脂 (維持國家一級油標準)。

13 種國產優良水稻推廣品種之預估升糖指數 升糖指數 (Glycemic index，簡稱 GI) 為評估含醣食物在消化系統中分解後，人體血糖上升情況的指標。當食物的 GI 越高，餐後血糖濃度增加的幅度也較高，可能容易增加胰島素抗性，較易引發第二型糖尿病，因此篩選並食用低 GI 的稻米品種，可能對現代人的健康保健有重要的價值。本研究模擬食物澱粉在人體胃腸道中消化的過程，分析 13 個台灣優良水稻推廣品種之白米及糙米的預估升糖指數 (Estimated GI，簡稱 EGI)。結果顯示在白米之中，台中秈 10 號的 EGI 最低，稉白米則是台農 71 號及台稉 9 號最低；糙米以台中秈 10 號的 EGI 最低，稉糙米則以台稉 8 號最低，但皆跟其他品種差異不大。所有品種糙米之 EGI 皆低於白米之 EGI，且兩者有顯著相關性 (圖 3-12)。本研究分析稻米之理化特性與 EGI 的相關性，發現國產水稻之 EGI 跟其糊化溫度有顯著相關，而跟直鏈澱粉的含量並無顯著相關 (表 3-14)，顯示糊化溫度可作為國產水稻預估升糖指數的指標。

國產大豆異黃酮分析及豆漿感官品評 為促進國產大豆消費市場提升，擬藉由大豆異黃酮分析及感官品評，凸顯國產大豆於機能性及風味方面的優勢。本研究分析 10 種國產大豆之異黃酮含量，分析方法為：將大豆樣品粉末以甲醇萃取後，以 HPLC 分析，再以紫外光可見光偵測。豆漿製備：100 g 大豆浸泡 16 小時後，瀝除水分後，加入 800 mL 飲用水，以高轉速均質機細碎 1 分鐘，細碎完成後，蒸煮 20 分鐘，以豆漿布濾除豆渣再蒸煮 20 分鐘。豆漿感官品評：利用 9 分評分法評估 5 種高異黃酮大豆品種製作之豆漿，針對外觀、風味、氣味、口感、整體的喜歡程度由 50 位消費型品評員評分，資料以單因子變異數分析及事後檢定費雪

表 3-14 **民國 104 年第 2 期作 13 個品種白米 EGI 與直鏈澱粉比例及糊化特性之相關係數**

	EGI
AM (%)	-0.3021
PT (℃)	-0.7364*
P (cP)	-0.4726
HP (cP)	-0.2406
CP (cP)	-0.0195
BD (cP)	-0.5165
SB (cP)	0.4432

LSD 法 (Fisher least significanct difference)進行統計分析；以皮爾森相關性 (Pearson coefficient) 探討整體喜歡程度與其他感官特性 (外觀、風味、氣味及口感) 的相關性。分析 10 個國產大豆品種後，有 5 個總異黃酮含量較高 (>4000 μg/g)，分別為金珠、台南 3 號、台南 10 號、台農 4 號及高雄 9 號。將 5 種國產大豆分別製作豆漿，進行感官品評，結果顯示高雄 9 號的分數最高，且整體喜歡程度與風味喜歡程度相關性最高，達到 0.84。本研究結論為高異黃酮國產大豆中以高雄 9 號具較高之開發潛力。

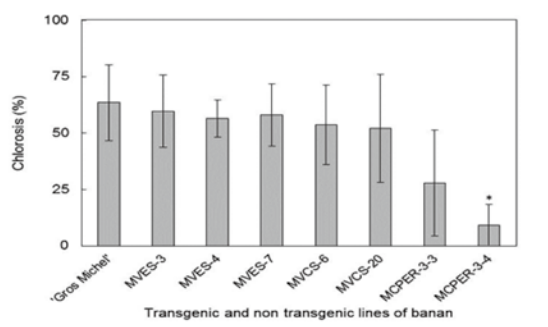

圖 3-9 各轉殖系及未轉殖香蕉於接種後 (54 d) 之香蕉植株黃葉率試驗。

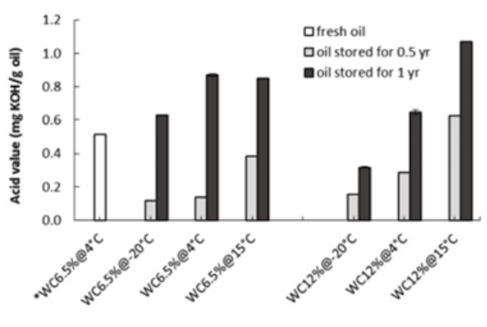

圖 3-10 不同含水率小果種油茶籽在不同的儲藏溫度下之壓榨油酸價變化。

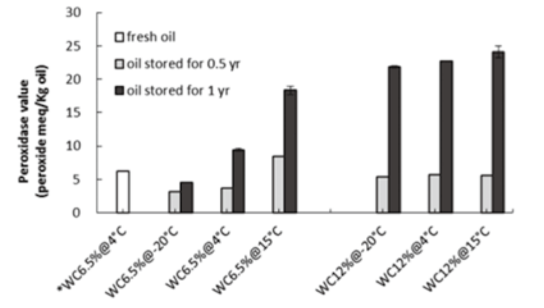

圖 3-11 不同含水率小果種油茶籽在不同的儲藏溫度下之壓榨油過氧化價變化。

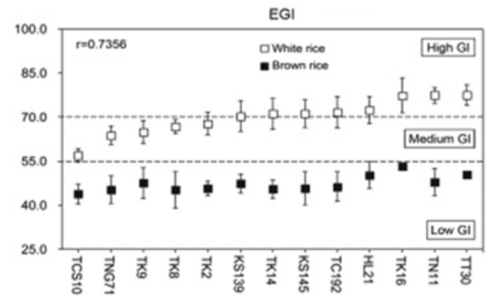

圖 3-12 白色方格為 13 種白米四期作 EGI 之平均值，黑色方格為 13 種糙米四期作 EGI 之平均值。上下標為四期作之標準差。左上角的 r 值代表白米與糙米 EGI 的相關係數。